

51

Int. Cl.:

B 03 c, 3/16

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES PATENTAMT



52

Deutsche Kl.:

12 e, 5

10

11

21

22

43

# Offenlegungsschrift 2235 531

Aktenzeichen: P 22 35 531.3-23

Anmeldetag: 20. Juli 1972

Offenlegungstag: 15. Februar 1973

Ausstellungspriorität: —

30

Unionspriorität

32

Datum:

22. Juli 1971

33

Land:

V. St. v. Amerika

31

Aktenzeichen:

165209

54

Bezeichnung:

Verfahren und Einrichtung zum Entfernen  
von Fremdstoffteilchen u. dgl. aus einem Gasstrom

61

Zusatz zu:

—

62

Ausscheidung aus:

—

71

Anmelder:

The Ceilcote Co., Inc., Berea, Ohio (V. St. A.)

Vertreter gem. § 16 PatG:

Buschhoff, J., Dipl.-Ing.; Hennicke, A., Dipl.-Ing.;  
Vollbach, H., Dipl.-Ing.; Patentanwälte, 5000 Köln

72

Als Erfinder benannt

Kosmider, Jerome, Strongsville; Klugman, Warren L., Berea;  
Ohio (V. St. A.)

Prüfungsantrag gemäß § 28 b PatG ist gestellt

ORIGINAL INSPECTED

2.73 309 807/1174

25/80

DT 2235531

2235531

PATENTANWÄLTE  
DIPL.-ING. BUSCHHOFF  
DIPL.-ING. HENNICKE  
DIPL.-ING. VOLLBACH  
5 KÖLN/RH.  
KAISER-WILHELM-RING 24

Aktenz.:

Reg.-Nr.

Tc 402

bitte angeben

KÖLN, den 18.7.1972  
VO/WO

P a t e n t a n m e l d u n g

der Firma

*Inc.*  
The Ceilcote Company, 140 Sheldon Road, Berea, Ohio 44017 (USA)

---

Verfahren und Einrichtung zum Entfernen von Fremdstoffteilchen  
u.dgl. aus einem Gasstrom

---

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Einrichtung zum Entfernen von Fremdstoffteilchen u.dgl. aus einem Gasstrom mit einer von dem Gasstrom durchströmten Flüssigkeits-Gas-Kontaktzone, in der der mit den Teilchen beladene Gasstrom in innigen Kontakt mit einer die Kontaktzone mit großer Oberfläche durchströmenden Flüssigkeit gelangt.

Es ist bekannt, mit Verunreinigungen bzw. feinsten Fremdstoffteilchen beladene Gasströme einer Naßreinigung zu unter-

309807/1174

- 2 -

ziehen. Hierfür werden mit Erfolg mit geringem Energiebedarf arbeitende Wäscher verwendet, deren Innenraum mit einer Masse wahllos orientierter Füllkörper gefüllt ist, durch die eine Reinigungsflüssigkeit, wie z.B. Wasser, unter Schwerkraft hindurchströmt. Das zu reinigende Gas durchströmt den Wäscher mit geringer Geschwindigkeit in Richtung des Flüssigkeitsstroms, in Gegenrichtung oder quer zu dem Flüssigkeitsstrom, wobei die größeren Partikel vor allem durch den Aufprall auf die Füllkörperelemente und den Flüssigkeitsstrom aus dem Gasstrom entfernt werden. Die in dem Gas enthaltenen feinen Teilchen kommen in Kontakt mit den Flüssigkeitstropfen der Waschflüssigkeit und werden von diesen mitgerissen oder sie stoßen beim Durchgang durch den Wäscher auf die Oberfläche der Füllkörperelemente. Die von den Flüssigkeitstropfen mitgeführten Teilchen wandern durch den Füllkörperraum zu einem Sumpf, während die sich an den Oberflächen der Füllkörper anlagernden Teilchen von der Waschflüssigkeit abgespült und damit ebenfalls von der Waschflüssigkeit dem Sumpf zugeführt werden.

Mit Füllkörpern versehene Gaswascheinrichtungen der vorgenannten Art können je nach Art der verwendeten Füllkörper mit gutem Erfolg zum Entfernen von Feststoffteilchen, deren Größe 1 Mikron oder mehr beträgt, aus einem Gasstrom verwendet werden. Hierbei lassen sich Partikel von 3 Mikron oder mehr nahezu vollständig aus einem Gasstrom herausholen. Diejenigen Teilchen, deren Größe zwischen 1 und 3 Mikron liegt,

sowie die noch feineren Teilchen verbleiben aber zum erheblichen Teil in dem Gasstrom; sie bewegen sich in dem Gasstrom an den Flüssigkeitstropfen und den Füllkörperelementen vorbei und gelangen mit dem gereinigten Gasstrom nach außen. Obwohl Wäscher der vorgenannten Art, wie erwähnt, für die Reinigung von verunreinigten Gasströmen äußerst wirksam sind, haftet ihnen aber der Nachteil an, daß extrem feinste Teilchen nicht aus dem Gasstrom herausgeholt, sondern mit diesem aus dem Gaswäscher wieder herausgeführt werden. Im Hinblick auf die Vermeidung einer Verunreinigung und Verschmutzung der Luft ist es aber im allgemeinen angebracht, selbst feinste Teilchen, die bisher mit dem Gasstrom ins Freie abgeführt werden, aus dem Gasstrom herauszuholen.

Zur Entfernung von Fremdstoffteilchen aus einem Gasstrom sind auch andere Wascheinrichtungen mit geringem Energiebedarf bekannt. Beispielsweise verwendet man hierfür Naßzyklonwäscher, Rieseltürme und Rieselkammern, Kolonnen mit Prallplatten, Glockenbodentürme u.dgl. Obwohl diese letztgenannten Vorrichtungen durchaus für die Reinigung von Gasströmen verwendbar sind, stehen sie aber im allgemeinen in ihrer Wirksamkeit den Füllkörper-Wäschern nach. Mit keiner der letztgenannten Vorrichtungen lassen sich ultrafeine Teilchen in Mikron-Größe oder erheblich darunter in nennenswertem Umfang entfernen.

In der Vergangenheit hat man solche feinste Teilchen mit

Hilfe von Gewebefiltern, elektrostatischen Abscheidevorrichtungen oder den mit hohem Energiebedarf arbeitenden Wäschern der Venturi-Bauart aus Gasströmen entfernt. Vorrichtungen dieser Art sind zwar für die Entfernung feinsten Teilchen aus Gasströmen verwendbar; sie weisen jedoch mehrere Nachteile auf. Gewebefilter sind raumaufwendig und erfordern hohe Anlagekosten. Sie sind außerdem temperaturempfindlich und daher nur in bestimmten Temperaturbereichen verwendbar. Außerdem können sie keine Gase absorbieren. Sie werden von klebrigen Stoffen leicht zugesetzt und sind in korrosiv wirkender Umgebung nicht oder nur begrenzt verwendbar. Außerdem ist die Verwendung von Gewebefiltern mit außerordentlich hohen Betriebs- und Wartungskosten verbunden.

Elektrostatische Abscheidevorrichtungen für die Abscheidung feinsten Partikel sind ebenfalls unerwünscht groß bauende Anlagen, die insbesondere dann, wenn sie für den Einsatz in einer korrosiv wirkenden Umgebung bestimmt sind, außerordentlich hohe Anlagekosten bedingen. Wenn die aus dem Gasstrom zu entfernenden Verunreinigungen naß oder klebrig sind, so ergeben sich erhebliche Betriebsschwierigkeiten. Sollen mit solchen Abscheidevorrichtungen Teilchen im Größenbereich unter 1 Mikron entfernt werden, so läßt sich dies nur mit einer erheblichen Vergrößerung der gesamten Anlage erreichen. Elektrostatische Abscheidevorrichtungen können keine Gase absorbieren; ihre Betriebskosten sind ebenfalls außerordentlich hoch.

Die Naßwäscher der Venturi-Bauart verlangen ebenfalls einen außerordentlich hohen Energiebedarf und sind daher in ihren Betriebskosten sehr teuer. Beispielsweise beträgt der Druckabfall beim Durchgang eines Gasstroms durch diesen Wäscher 254 bis 2540 mm Wassersäule, wobei die Gasgeschwindigkeit beim Durchgang durch das Venturi-Halsstück im allgemeinen 38 bis 152 m/sec beträgt. Es versteht sich, daß eine solche Hochleistungsanlage ebenfalls erhebliche Wartungs- und Betriebskosten verursacht.

Der Erfindung liegt vornehmlich die Aufgabe zugrunde, die vorgenannten Nachteile der bekannten Vorrichtungen zu beseitigen. Insbesondere bezweckt die Erfindung ein Verfahren und eine Einrichtung, das bzw. die sich durch hohe Wirksamkeit und guten Wirkungsgrad bei der Gasreinigung auszeichnet, wobei zur Gasreinigung ein mit geringem Energiebedarf arbeitender Wäscher verwendet werden soll, mit dem sich selbst ultrafeinste Teilchen, seien es Feststoffteilchen oder solche in flüssiger Form, aus Gasströmen herausholen lassen.

Das erfindungsgemäße Verfahren ist dadurch gekennzeichnet, daß die im Gasstrom mitgeführten Teilchen elektrisch aufgeladen und der Gasstrom mittels einer elektrisch neutral gehaltenen Waschflüssigkeit gewaschen wird, wobei die Strömungsgeschwindigkeit des Gases in der Kontaktzone so niedrig eingestellt wird, daß die elektrisch aufgeladenen Teilchen aufgrund der Anziehungskraft von der in feiner Verteilung

befindlichen Flüssigkeit entgegen der Mitnahmekraft des Gasstromes aus diesem herausgezogen werden.

Erfindungsgemäß läßt sich also der Reinigungseffekt und der Wirkungsgrad der Gasreinigungseinrichtung dadurch erheblich erhöhen, daß die in dem Gasstrom mitgeführten festen oder flüssigen Teilchen im Gasstrom elektrostatisch aufgeladen und der Gasstrom mit geringer Geschwindigkeit durch eine Kontaktzone hindurchgeführt wird, in der er mit elektrisch neutralen Oberflächen in Kontakt gelangt. Dabei wird als Kontaktzone zweckmäßig ein naß arbeitender Gaswäscher verwendet, der nur einen geringen Energiebedarf hat, geringe Anlage- und Betriebskosten verursacht und sich auch in einer korrosiv wirkenden Atmosphäre verwenden läßt. Ein solcher Wäscher hat außerdem den Vorteil, daß er zugleich mit der Entfernung der feinen Teilchen aus dem Gasstrom verunreinigende oder schädliche Gase absorbieren kann. Mit Hilfe des erfindungsgemäßen Verfahrens lassen sich somit unter Verwendung eines mit geringem Energiebedarf arbeitenden Naßwäschers nicht nur die größeren Teilchen, sondern zugleich auch Feinstteilchen von Mikrongröße und darunter wirksam entfernen.

Das erfindungsgemäße Verfahren und die zu dessen Durchführung bestimmte Einrichtung gemäß der Erfindung bieten somit die Möglichkeit, gleichzeitig größere und kleine Teilchen in fester oder flüssiger Form und/oder Teilchen sowie verunreinigende Fremdgase aus Gasströmen zu entfernen, wobei

weiterhin die Möglichkeit besteht, auch Dämpfe unter Bildung von feinen flüssigen Teilchen zu kondensieren, die dann aus dem Gasstrom herausgeholt werden. Beispielsweise lassen sich die in den Abgasen eines Kupolofens einer Graueisenhütte enthaltenen Teilchen wirksam entfernen. Ebenso ist es möglich, z.B.  $H_2SO_4$ -Teilchen in dem Nebel bzw. den Dämpfen einer Schwefelsäureanlage abzuscheiden. Die gleichzeitige Abscheidung von Teilchen und Gasen läßt sich mit Vorteil z.B. bei Aluminiumreduktionsanlagen, bei denen neben Fremdstoffteilchen Fluorwasserstoffgase entstehen, bei Phosphat-Düngemittelanlagen, bei denen neben Fremdstoffteilchen Fluorwasserstoffgas anfällt, sowie bei mit fossilen Brennstoffen betriebenen Kesselanlagen u.dgl., bei denen Schwefeldioxid und Flugasche anfällt, zur Anwendung bringen. Weiterhin können erfindungsgemäß Gase, die mit Geruchsstoffen in Form feinsten flüssiger Teilchen versetzt sind, gereinigt werden.

Wie erwähnt, wird erfindungsgemäß ein mit Fremdstoffen beladener Gasstrom dadurch gereinigt, daß der Gasstrom ionisiert wird, wodurch die Fremdstoffteilchen elektrisch aufgeladen werden, worauf dann der Gasstrom durch die Kontaktzone hindurchgeführt wird, in der er in Kontakt mit einer elektrisch neutralen Waschflüssigkeit gelangt, die zweckmäßig eine Vielzahl von sich bewegenden neutralen Oberflächen bildet, wie dies z.B. bei einem Rieselvorgang der Fall ist. Die aufgeladenen Teilchen werden dann von den neutralen



Flüssigkeitsflächen angezogen und damit aus dem Gasstrom herausgeholt. Die Vorrichtung zur Ionisierung, mit der den Teilchen z.B. eine negative Ladung aufgedrückt wird, befindet sich in dem Weg des zu reinigenden Gasstroms. Die von dem Gasstrom durch die Kontaktzone mitgeführten Teilchen weisen sämtlich dieselbe Polarität auf, so daß sie sich nicht gegenseitig anziehen. Um die Anziehungskräfte zur Reinigung des Gases möglichst weitgehend auszunutzen, wird das Gas zweckmäßig mit einer solch niedrigen Geschwindigkeit durch die Kontaktzone hindurchgeführt, daß die Anziehungskräfte die Eigengeschwindigkeit der Teilchen und die von dem Gas auf die Teilchen ausgeübte viskose Anziehungskraft überwinden. Würde die Geschwindigkeit des Gasstroms gegenüber der neutral eingestellten Oberfläche zu groß sein, so würden die kleineren Teilchen aus dem Gasstrom nicht herausgeholt, sondern von diesem durch die Kontaktzone und den Gasauslaß mitgenommen.

Die Erfindung ist von den naß arbeitenden elektrostatischen Abscheidevorrichtungen zu unterscheiden; sie stellt auch keine Kombination der elektrostatischen Abscheidevorrichtungen mit Naßwäschern dar. Die herkömmlichen elektrostatischen Abscheidevorrichtungen arbeiten in der Weise, daß zunächst die abzuscheidenden Teilchen in einem Ionisierungsteil aufgeladen und dann durch ein elektrostatisches Feld hindurchgeführt werden, in dem die Teilchen unter der Wirkung der Coulomb'schen Kräfte zur Ablagerung an einer Sammelfläche

gebracht werden. Die Coulomb'schen Kräfte sind diejenigen Kräfte, die in einem elektrostatischen Feld auf geladene Teilchen wirken. Demgemäß beruht die Wirkungsweise eines herkömmlichen elektrostatischen Abscheiders sowohl auf der Ladung der Teilchen als auch auf der Anwendung eines elektrostatischen Feldes. Demgegenüber wird erfindungsgemäß ohne elektrostatisches Feld gearbeitet, so daß hier auch keine Abhängigkeit von den Coulomb'schen Kräften besteht. Ein herkömmlicher naß arbeitender elektrostatischer Abscheider arbeitet mit einer Spülflüssigkeit, die über die Sammelfläche läuft und damit das an dieser angelagerte Material entfernt. Auch ein solcher Abscheider beruht auf der Wirkung eines elektrostatischen Feldes.

Die erfindungsgemäße Einrichtung läßt sich baulich in verschiedener Weise ausbilden. Sie weist gemäß dem allgemeinen Grundgedanken Flächenelemente mit einer Vielzahl bewegter elektrisch neutraler Flächen auf, die von einer Wasch- oder Reinigungsflüssigkeit gebildet werden, welche die Kontaktzone in einem dünnen Schleier bzw. in feiner Verteilung in Form von einzelnen Flüssigkeitsströmen, Flüssigkeitstropfen od.dgl. durchfließt, derart, daß diese Flächen in Kontakt mit dem zu reinigenden Gas gelangen. Die Flüssigkeitsmenge beträgt vorzugsweise etwa 4880 bis 488 000 kg/m<sup>2</sup> und Stunde, gemessen quer zur Strömungsrichtung der Flüssigkeit. Die Kontaktzone kann weitere Oberflächen aufweisen, die z.B. von den Gerätewandungen, Riesel- oder Tropfplatten, an denen

die Waschflüssigkeit entlangfließt, Spritzplatten, auf welche die Flüssigkeit auftrifft, Leitelementen, welche die Flüssigkeit über einen gekrümmten Weg leiten, einer durchlässigen Masse, die z.B. aus Füllkörperelementen in zufälliger Verteilung besteht, oder von anderen Flächen gebildet werden können. Die Waschflüssigkeit kann allein unter Schwerkraftwirkung oder im Zwangsdurchlauf durch die Kontaktzone hindurchgeführt werden; sie kann in irgendeiner geeigneten Weise, wie z.B. mittels Sprühdüsen, Überflußrinnen, perforierte Verteilerbehälter od.dgl., in die Kontaktzone eingeführt werden. Der zu reinigende Gasstrom kann mit geringer Geschwindigkeit in derselben Richtung wie die Waschflüssigkeit die Kontaktzone durchströmen. Er kann aber auch in Gegenrichtung zu der Waschflüssigkeit oder quer zur Strömungsrichtung der Flüssigkeit durch die Kontaktzone hindurchgeführt werden. Die Gasgeschwindigkeit beträgt vorzugsweise angenähert 60 bis 1070 mm/sec. Dabei sind die Gasgeschwindigkeit und die Durchflußmenge der Flüssigkeit so aufeinander abgestimmt, daß bei einer höheren Gasgeschwindigkeit mit einer geringeren Flüssigkeitsmenge bzw. einer geringeren Flüssigkeits-Durchgangsgeschwindigkeit gearbeitet wird. Wird die Gasgeschwindigkeit erhöht, so muß die Flüssigkeitsmenge vermindert werden, um den Druckabfall niedrig zu halten und ein Überfluten zu vermeiden. In jedem Fall muß der Gasstrom gegenüber der neutralen Oberfläche eine geringe Geschwindigkeit aufweisen, so daß die geladenen Teilchen entweder unmittelbar auf die neutrale Ober-

fläche auftreffen oder aber beim dichten Vorbeigang an der Oberfläche aufgrund der Anziehungskraft von der Oberfläche angezogen werden.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird mit einem Wäscher gearbeitet, der mit einer Füllkörpermasse versehen ist. Für die Füllkörper werden vorzugsweise aus Drahtelementen od.dgl. bestehende Füllkörper in wahlloser Orientierung verwendet, wobei der Werkstoff der Füllkörper aus einem dielektrischen Material besteht. Die unter Schwerkraftwirkung die Füllkörpermasse vertikal durchströmende Flüssigkeit wird in zahlreiche Teilströme aufgeteilt, die sich über gekrümmte Strömungswege nach unten bewegen, wobei das mit den geladenen Teilchen beladene Gas ebenfalls auf gekrümmten Strömungswegen die Kontaktzone in irgend-einer beliebigen Richtung durchströmt. Die Füllkörper-elemente weisen schmale, längliche Drahtelemente mit zahlreichen Oberflächen auf, gegen die die Waschflüssigkeitströpfchen beim Durchgang durch die Füllkörpermasse stoßen, wodurch die Flüssigkeitströpfchen aufgerissen und/oder in ihrer Strömungsrichtung umgelenkt werden. Beim Durchgang des mit den aufgeladenen Teilchen versetzten Gases durch die Füllkörpermasse stoßen die von dem Gasstrom mitgeführten Teilchen entweder gegen eine Füllkörperoberfläche oder sie bewegen sich mit dem Gasstrom in Nähe dieser Oberflächen vorbei. Andere vom Gas mitgeführte Teilchen treffen an irgendeiner Stelle auf die Waschflüssigkeitstropfen oder

sie bewegen sich in engem Abstand an diesen Tröpfchen vorbei. In jedem Fall bewirkt die Anziehungskraft zwischen den geladenen Teilchen und den neutralen Füllkörperelementen sowie der neutralen Waschflüssigkeit, daß die Teilchen von der Waschflüssigkeit oder den Füllkörperelementen angezogen und damit aus dem Gasstrom herausgeholt werden, wobei sie von dem Waschflüssigkeitsstrom durch die Füllkörpermasse mitgeführt werden. Bei Verwendung von drahtförmigen Füllkörperelementen wird die Anzahl der einzelnen Füllkörperflächen erhöht und damit die Tropfenbildung verstärkt. Die Flächen der drahtförmigen Füllkörperelemente sind jeweils nur sehr klein und aufgrund der dadurch bedingten großen Flächenanzahl besonders wirksam. Die Erhöhung der Flächen und die Verstärkung der Tropfenbildung erhöht die Wahrscheinlichkeit, daß aufgeladene Teilchen beim Durchgang durch die Kontaktzone so nahe an den Flächen und Tröpfchen vorbeiwandern, daß die Anziehungskraft zur Abscheidung der Teilchen aus dem Gasstrom wirksam werden kann.

Die zur elektrostatischen Aufladung der in dem Gasstrom mitgeführten Teilchen verwendete Ionisierungsvorrichtung kann von jeder hierfür geeigneten Ausführung sein und z.B. aus einem Draht- und Plattensystem oder einem Rohr- und Drahtsystem od.dgl. bestehen. Zur Erzielung einer möglichst guten Korona-Entladung wird den im Gasstrom enthaltenen Teilchen normalerweise eine negative Ladung aufgedrückt, obwohl die Ladung auch positiv sein kann. Auch besteht die

Möglichkeit, aufeinanderfolgenden Teilen der im Gasstrom enthaltenen Partikel wechselnd eine positive und negative Ladung zu geben, wobei in diesem Fall die Ionisierelemente an einen Wechselstrom angelegt werden können. Die Art der aus dem Gasstrom zu entfernenden Teilchen bestimmt teilweise die Polarität, mit der zur Erzielung optimaler Ergebnisse gearbeitet wird. Die erfindungsgemäße Einrichtung kann so ausgelegt werden, daß mit unterschiedlichen Luftgeschwindigkeiten gearbeitet werden kann. Wesentlich ist vor allem, daß die Verweilzeit der Teilchen in der Ionisierungszone für die Aufladung der Teilchen ausreichend groß ist. Die erfindungsgemäße Einrichtung kann mit einer kurzen Ionisierungszone bei geringer Gasgeschwindigkeit oder einer längeren Ionisierungszone bei höherer Gasgeschwindigkeit versehen sein. Unter gewissen Umständen, wenn z.B. heiße Gase oder mit klebrig-viskosen Teilchen beladene Gase gereinigt werden sollen, ist es angebracht, den Gasstrom vor dem Eintritt in das Wäschergehäuse abzukühlen bzw. abzubrausen. Dies läßt sich mit Vorteil dadurch erreichen, daß zwischen der Ionisierungsvorrichtung und dem Wäschergehäuse der Gasstrom mit einer neutralen Flüssigkeit besprüht wird, wobei diese Sprühbehandlung die Abscheidung der Teilchen in der erfindungsgemäßen Weise begünstigt. Für die Waschflüssigkeit wird in den meisten Fällen Wasser verwendet, obwohl auch mit anderen Waschflüssigkeiten gearbeitet werden kann. Die Waschflüssigkeit kann außerdem zum Besprühen bzw. Ab-

brausen des Gases verwendet werden.

Das Aufladen von Fremdstoffteilchen in einem Gasstrom und das nachfolgende Abscheiden der Teilchen aus dem Gasstrom ist aus den USA-Patentschriften 2 621 754, 3 218 781 und 3 363 403, ferner aus der deutschen Patentschrift 1 025 390 und der französischen Patentschrift 500 775 zu entnehmen. Die vorliegende Erfindung unterscheidet sich aber deutlich von den hier beschriebenen Verfahren und Einrichtungen. Bei der USA-Patentschrift 2 621 754 wird ein mit Fremdstoffteilchen beladener Gasstrom ionisiert und dann mit hoher Geschwindigkeit durch einen mit hohem Energiebedarf arbeitenden Reiniger der Venturi-Bauart hindurchgeführt. Der mit den abzuscheidenden Teilchen beladene Gasstrom strömt mit einer Geschwindigkeit von mindestens 12 bis 76 m/sec in einen mit Wasser gefüllten Spritztank od.dgl. Bei diesen hohen Gasgeschwindigkeiten trifft das Gas mit erheblicher Kraft auf die Wasseroberfläche auf, wodurch in dem Tank eine Turbulenz erzeugt wird. Ein solches Gerät unterscheidet sich erheblich von der mit niedrigem Energiebedarf arbeitenden Einrichtung gemäß der Erfindung, bei der die Gasgeschwindigkeit maximal etwa 10,7 m/sec beträgt und bei dem Gas-Flüssigkeitskontakt keine hochenergetische Turbulenz hervorgerufen wird. In der USA-Patentschrift 3 363 403 ist ebenfalls ein mit hohem Energiebedarf arbeitender Reiniger der Venturi-Bauart offenbart. In diesem Fall wird der Gasstrom zunächst mit Dampf übersättigt und dann in einer Venturi-

Düse plötzlich entspannt, wobei ein Teil des Dampfes an den im Gasstrom enthaltenen Teilchen kondensiert, wodurch eine Teilchenvergrößerung und eine Ummantelung der Teilchen mit einem Flüssigkeitsfilm erreicht werden. Dem Gasstrom wird auch mit Hilfe von Flügeln u.dgl. eine rasche Drehbewegung erteilt, worauf die in dem Dampf film eingehüllten Teilchen in eine elektrostatische Fällungsanlage, bestehend aus einem herkömmlichen Stab- und Rohrsystem, gelangen, in der die Teilchen aufgeladen und unter der Einwirkung eines elektrostatischen Feldes abgeschieden werden.

Die USA-Patentschrift 3 218 781 offenbart eine Einrichtung, bei der das mit den Fremdstoffteilchen beladene Gas durch eine Flüssigkeit, wie Wasser, hindurchgeleitet wird. Das Gas wird zur Aufladung der Teilchen ionisiert, während das Wasser, durch welches das Gas hindurchperlt, neutral gehalten wird. Beim Hindurchgang des mit den Teilchen beladenen Gases durch das Wasser werden die Teilchen somit durch das Wasser abgeschieden. Obwohl mit dieser Einrichtung Teilchen unter Ausnutzung einer Anziehungskraft aus einem Gasstrom herausgeholt werden, unterscheidet sich diese Einrichtung wesentlich von der erfindungsgemäßen Einrichtung. Ein Nachteil dieser früheren Einrichtung besteht vor allem darin, daß sie eine außerordentlich geringe Leistungsfähigkeit hat und daher nur geringe Gasmengen durchgesetzt werden können. Außerdem besteht die Gefahr eines Verstopfens der kleinen Düsen. Das Wasserbad muß eine beträchtliche Tiefe haben,



wodurch sich erhebliche Druckabfälle im Gasstrom einstellen. Der Druckabfall erhöht sich weiter, wenn die Anzahl der Glockenböden oder Sprudelplatten erhöht wird.

Die deutsche Patentschrift 1 025 390 offenbart ein System, bei dem die in einem Gasstrom mitgeführten Teilchen aufgeladen und dann zur Anlagerung an einen Wasserfilm gebracht werden. Das Gerät arbeitet hier nach dem Prinzip einer elektrostatischen Abscheidevorrichtung, da der Wasserfilm eine Elektrode umgibt und als Sammelfläche dient, an der sich die Teilchen aufgrund des elektrostatischen Feldes anlagern. Die französische Patentschrift 500 775 offenbart ebenfalls einen elektrostatischen Naßreiniger, bei dem den im Gasstrom enthaltenen Teilchen eine elektrostatische Ladung erteilt wird, worauf dann die Teilchen unter der Wirkung eines elektrostatischen Feldes an Sammelflächen abgeschieden werden. Die Sammelflächen sind hier in Strömungsrichtung axial hinter Gitterelektroden angeordnet. Zwischen den Gitterelektroden und den Sammelplatten wird eine Spannungsdifferenz aufrechterhalten, so daß die im Gasstrom enthaltenen Teilchen aufgeladen werden, wenn sie sich durch den Spalt zwischen den Gitterelektroden und den Sammelplatten hindurchbewegen. Der Abstand der genannten Teile in Richtung des Gasstromes ergänzt den Effekt des angelegten elektrostatischen Feldes, in dem die Teilchen unter der Wirkung der Coulomb'schen Kräfte in Gasströmungsrichtung gegen die Sammelplatten gezogen werden. Die Gitterelektrode ist

für sich allein nicht geeignet, die an ihr vorbeiströmenden Teilchen aufzuladen. Vielmehr müssen die Teilchen die Zone bzw. den Raum zwischen der Gitterelektrode und den Sammelplatten durchlaufen, um eine Aufladung zu erzielen.

Mit der Erfindung wird ein mit niedrigem Energiebedarf arbeitender Naßwäscher geschaffen, der sich gegenüber den bekannten Einrichtungen durch höhere Leistungsfähigkeit und durch höheren Wirkungsgrad auszeichnet. Der höhere Wirkungsgrad hinsichtlich des Reinigungseffekts wird durch die Kombinationswirkungen eines mit geringer Energie strömenden Gases, einer Naßreinigung und einer Teilchenaufladung erzielt. Außerdem können bei der erfindungsgemäßen Einrichtung gleichzeitig mit der Entfernung von festen und/oder flüssigen Fremdstoffteilchen verunreinigende Gase absorbiert werden. Die erfindungsgemäße Einrichtung zeichnet sich durch hohe Leistungsfähigkeit, hohe Wirtschaftlichkeit und vergleichsweise geringe Anlage-, Betriebs- und Wartungskosten aus.

Weitere Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Erläuterung der Zeichnungen. In diesen zeigen:

Fig. 1 eine Einrichtung gemäß der Erfindung in Draufsicht;

Fig. 2 die Einrichtung gemäß Fig. 1 in Seitenansicht, teilweise im Schnitt;

Fig. 3 den bei der Einrichtung gemäß den Fig. 1 und 2

vorgesehenen Ionisierungsteil in einem Schnitt nach Linie 3-3 der Fig. 1;

Fig. 4 eine schematische Darstellung zur Erläuterung der bei der Abscheidung der Teilchen wirkenden Kräfte;

Fig. 5 ein einzelnes drahtförmiges Füllkörperelement und im Zusammenhang damit den Vorgang der Abscheidung der Teilchen aus dem Gasstrom;

Fig. 6 ebenfalls eine schematische Darstellung zur Erläuterung des Abscheidungsvorgangs.

Die Zeichnung, in der ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt ist, zeigt in den Fig. 1 bis 3 eine Einrichtung, die aus einem Reinigungsteil bzw. einem Wäscher 10 und einer Ionisierungsvorrichtung 12 besteht. Die beiden Teile 10 und 12 sind zu einer geschlossenen Baueinheit zusammengebaut; sie bilden somit ein einheitliches Gerät.

Der Reinigungsteil 10 weist ein Gehäuse auf, welches bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel eine rechteckige Querschnittsform hat und aus gegenüberliegenden Seitenwänden 14, einer oberen Wandfläche 16 sowie einer Bodenwand 18 besteht. Die Wände 14, 16 und 18 können aus jedem geeigneten metallischen oder nichtmetallischen Werkstoff, z.B. einem glasfaserverstärkten Polyesterharz, bestehen, um das Gerät gegenüber den Einwirkungen einer korrosiven Atmosphäre zu schützen.

Das Gehäuse umschließt eine Kontaktzone; es ist mit einem Einlaßende 20 für den Eintritt des zu reinigenden Gases und mit einem Auslaß 22 versehen, über den das gereinigte Gas abgeführt wird. Innerhalb der Kontaktzone in Nähe des Ein- und Auslasses ist jeweils ein Stützelement 24 angeordnet, welches zur Abstützung der in dem Gehäuse untergebrachten Füllkörpermasse dient. Die Füllkörpermasse besteht aus einzelnen Füllkörperelementen 26, die sich in der Füllkörpermasse in zufälliger, unregelmäßiger Orientierung befinden. Vorzugsweise bestehen die Füllkörperelemente aus Drahtelementen aus einem dielektrischen Kunststoffmaterial, wie z.B. Polyäthylen, Polypropylen, Polyvinylchlorid, Nylon u.dgl. Es könnten aber auch andere nicht-leitfähige Werkstoffe, wie keramische Werkstoffe, oder auch leitfähige Stoffe für die Füllkörper verwendet werden. Die Stützelemente 24 sind für den Gasdurchgang offen; sie bestehen z.B. aus Netzen, Gittern, Rosten od.dgl., wobei ihre Öffnungen selbstverständlich so klein sind, daß die Füllkörperelemente nicht hindurchgelangen können.

Die Füllkörperelemente 26 werden in das Gehäuse ungeordnet eingeschüttet; sie bilden daher in dem Raum zwischen den Seitenwänden 14, der Bodenwand 18 und der oberen Wand 16 sowie den Stützelementen 24 eine poröse, durchlässige Masse, die den Raum im wesentlichen ausfüllt. Die Füllkörperelemente und die Gehäusewände bilden innerhalb der Kontaktzone statische Oberflächen, was aber nicht ausschließt, daß

sich diese Oberflächen innerhalb der Kontaktzone bewegen können, wenn z.B. das Reinigungsgerät oder die Füllkörperelemente von einem Vibrator od.dgl. in Schwingungen versetzt werden, um eine Versetzung und Verlagerung der Füllkörperelemente innerhalb der Kontaktzone zu bewirken. Der Ausdruck "statische Oberfläche" bedeutet also, daß es sich hier um Flächen handelt, die innerhalb oder im wesentlichen innerhalb der Kontaktzone eingeschlossen sind. An der oberen Wand 16 ist eine Besprühungs Vorrichtung 28 vorgesehen, mit der eine Flüssigkeit in die Kontaktzone eingeführt werden kann. Diese Besprühungs Vorrichtung 28 besteht aus einer größeren Anzahl an Sprühdüsen 30, deren Düsenöffnungen oberhalb der Füllkörpermasse liegen und die jeweils gruppenweise an eine gemeinsame Sammelleitung 32 angeschlossen sind. Die beiden parallelen Sammelleitungen 32 sind mit einer gemeinsamen Zuführungsleitung 34 verbunden, die an eine Umwälzpumpe für die Waschflüssigkeit angeschlossen ist. Mit Hilfe der Düsen 30 wird die Waschflüssigkeit feinverteilt auf die Oberfläche der Füllkörpermasse gesprüht. Zwischen jeweils zwei Düsenpaaren 30 können Leitplatten 36 od.dgl. vorgesehen sein, die verhindern, daß der Gasstrom über die Oberfläche der Füllkörpermasse hinwegströmt und somit die Füllkörpermasse umgeht. Die Waschflüssigkeit strömt unter Einwirkung der Schwerkraft durch die Füllkörpermasse nach unten und sammelt sich in einem Sammelraum oder Sumpf 38, der unterhalb der Bodenwand 18 des Gehäuses angeordnet ist. Derjenige Teil der Füllkörpermasse, der sich im Bereich des

Gasauslasses hinter den in den Reihen letzten Düsen unterhalb des Kopfflächenbereichs 37 befindet, wird vorzugsweise nicht mit der Waschflüssigkeit von oben berieselt; er bildet daher einen Entfeuchtungsabschnitt in der Füllkörpermasse, in dem der Flüssigkeitsnebel aus dem Gasstrom entfernt wird, bevor dieser die Einrichtung verläßt.

Die Bodenwand 18 weist eine Anzahl an Abzugsöffnungen 40 auf, über die die Waschflüssigkeit in den Sumpf 38 abläuft. Die Pumpe 42 ist an den Sumpf 38 angeschlossen; sie weist ein Einlaßrohr 44 auf, welches oberhalb der Bodenfläche des Sumpfes liegt, in dem ein gewisser Flüssigkeitsspiegel aufrechterhalten wird. Die Pumpenauslaßleitung 46 führt zu der Pumpensammelleitung 34, über die die Sprühdüsen gespeist werden. Die Waschflüssigkeit durchströmt daher die Füllkörpermasse und gelangt in den Sumpf, aus dem sie von der Pumpe abgezogen und erneut den Sprühdüsen zugeführt wird. Die Fremdstoffteilchen, die von der Waschflüssigkeit mitgeführt bzw. durch die Waschflüssigkeit von den Füllkörpern abgespült werden, gelangen dabei in den Sumpf 38, wobei sich ein bestimmter Anteil derselben am Boden des Sumpfs ablagert. Die abgelagerten Stoffe können bei Bedarf über eine Ablauföffnung 48 an der Bodenfläche des Sumpfes abgezogen werden. Mit 50 ist ein Überlauf und mit 52 eine Zuführungsleitung für aufbereitete Waschflüssigkeit bezeichnet, über die frische Waschflüssigkeit dem System zugeführt wird, wobei über den Überlauf 50 kontinuierlich verschmutzte

Waschflüssigkeit aus dem Sumpf abgezogen wird.

Zwischen dem Einlaß 20 des Wäschergehäuses und dem benachbarten Füllkörper-Stützelement 24 ist eine Sprühleitung 54 angeordnet, über deren Länge verteilt Sprühdüsen 56 vorgesehen sind, die gegen das Stützelement 24 gerichtet sind und das siebartige Stützelement 24 vor etwaigen Ablagerungen der zu entfernenden Stoffe freihalten. Das Einlaßende 58 der Leitung 54 kann an irgendeine Flüssigkeitsquelle, z.B. an die Waschflüssigkeitszuführung der Pumpe 42 angeschlossen werden. Öffnungen 60 im Boden 18 dienen zum Ablauf der von den Düsen 56 ausgesprühten Spülflüssigkeit zum Sumpf hin.

Der Durchgang des mit den Fremdstoffen beladenen Gasstromes durch den Wäscher kann in irgendeiner geeigneten Weise, z.B. mittels eines Ventilators oder Gebläses 62 erreicht werden, welches in einer mit dem Auslaß 22 des Wäschers verbundenen Auslaßleitung 64 angeordnet ist. Das Gebläse 62 od.dgl. kann von unterschiedlicher Ausbildung sein; es ist so ausgelegt, daß das Gas mit der für den Reinigungsvorgang erforderlichen Geschwindigkeit durch den Wäscher hindurchströmt. Der Auslaß 65 des Gebläses kann an einen Schacht, Abzug oder Schornstein od.dgl. angeschlossen sein.

Mit dem Einlaß 20 des Wäschergehäuses ist über eine Leitung 66 eine Ionisiervorrichtung 12 verbunden. Die Ionisiervorrichtung kann auch unmittelbar mit dem Wäschergehäuse, also

ohne Zwischenleitung, verbunden sein. Sie hat die Aufgabe, die in dem Gasstrom mitgeführten Fremdstoffteilchen unabhängig von der jeweiligen An- und Zuordnung des Wäschergehäuseeinlasses bzw. der Kontaktzone elektrostatisch aufzuladen. Die Ionisiervorrichtung kann von unterschiedlicher Ausbildung sein. Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel weist sie ein Gehäuse von rechteckiger Umrißform auf, welches von Seitenwänden 68, einem Boden 70 und einer oberen Kopfwand 72 gebildet wird. Zwischen dem Boden 70 und der Kopfwand 72 sind angenähert parallel zueinander und zu den Seitenwänden 68 ausgerichtet in wechselnder Folge Koronadrähte 74 und -rohre 76 vorgesehen. Die Drähte 74 werden von Traversen oder Querschienen 78 aus leitfähigem Material unter Spannung gehalten. Die Querschienen 78 weisen an ihren Enden Isolierelemente 80 auf, über die sie an leitfähigen Platten 79 an der Oberseite und Bodenseite des Ionisierungsgehäuses abgestützt sind. Die Rohre 76 liegen zwischen den Drähten und sind ebenfalls leitend an Platten 79 angeschlossen. Sprühleitungen 82 und 84 (Fig. 2) erstrecken sich von oben nach unten durch das Gehäuse der Ionisiervorrichtung; sie weisen Sprühdüsen auf, die gegen die Drähte 74 und Rohre 76 gerichtet sind. Mit Hilfe dieser Sprühdüsen können die Elemente der Ionisiervorrichtung kontinuierlich oder intermittierend besprüht werden, um eine Anlagerung von Fremdstoffteilchen an den Ionisierungselementen zu verhindern. Die Sprühdüsen werden von einer (nicht dargestellten) Flüssigkeitsquelle über Leitungen 86, 88 und



90 gespeist. Die Reinigung der Ionisierungselemente läßt sich aber auch in anderer Weise bewerkstelligen. Beispielsweise können die Rohre 76 mit gegeneinander gerichteten Öffnungen versehen und selbst an eine Reinigungsmittelquelle angeschlossen werden, über die Wasser, ein Lösungsmittel, Dampf od.dgl. den einzelnen Rohren zugeführt wird, so daß das aus den Rohren austretende Reinigungsmittel jeweils das benachbarte Rohr besprüht. Eine solche oder andere Sprühreinigung kann auch in Verbindung mit den Sprühleitungen 82 und 84 oder unabhängig von diesen vorgesehen werden. Der Boden des Ionisierungsgehäuses ist mit einem Sumpf 92 versehen, in dem sich die Flüssigkeit sammelt und aus dem die Flüssigkeit über eine Auslaßleitung 94 abgezogen werden kann. Die Waschflüssigkeit kann erneut den Sprühleitungen der Ionisiervorrichtung zugeführt oder aber abgeleitet werden. Es versteht sich, daß in Verbindung mit der Flüssigkeits-Besprühungsreinigung oder unabhängig von dieser auch mit anderen Reinigungsvorrichtungen zum Reinigen der Ionisiervorrichtung gearbeitet werden kann. Beispielsweise lassen sich die Ionisierungselemente auch auf mechanischem Wege reinigen, z.B. mittels Klopfer, Kratzer u.dgl.; auch ist eine Reinigung mittels eines Dampf- oder Luftstrahls möglich. Eine Dampfbeheizung der Flächen der Ionisierungselemente kann vorgesehen werden, um zum Backen neigende viskose Stoffe zu lösen und zu entfernen.

Die Koronadrühte 74 sind über eine Leitung 98 und eine der

Querschienen 78 an die eine Seite einer Hochspannungs-Gleichstromquelle 96 angeschlossen, deren andere Seite mit der Erde verbunden ist. Die Rohre 76 und die übrigen Teile des Ionisierungsgehäuses sind mittels einer Leitung 100, die über die Metallplatte 79 mit dem einen Ende der Rohre verbunden ist, geerdet. Die Ausgangsleistung der Stromquelle hängt von verschiedenen Faktoren, wie dem Draht- und Rohrabstand ab. Im allgemeinen wird mit einer Ausgangsspannung von 5 bis 150 kV gearbeitet.

Der Einlaß des Ionisierungsgehäuses ist über eine Leitung 102 an ein Gerät oder ein System angeschlossen, aus welchem das mit den Fremdstoffen beladene, zu reinigende Gas abgezogen wird. Anstelle der vorstehend beschriebenen Ionisierungsvorrichtung können hierfür aber auch andere Vorrichtungen, z.B. eine Strahlungs-Ionisierungsvorrichtung, verwendet werden.

Um zu erreichen, daß der Wäscher, die Waschflüssigkeit und die Füllkörper elektrisch neutral bleiben und von den aufgeladenen Teilchen nicht beeinflußt werden, ist das Gerät geerdet, was z.B. mit Hilfe der an den Wäschersumpf 38 angeschlossenen Leitung 103 bewerkstelligt wird. Die Waschflüssigkeit zirkuliert in Kontakt mit den Wandflächen des Wäschergehäuses und den Flächen der Füllkörper und bewirkt aufgrund ihrer Leitfähigkeit, daß diese Flächen ständig neutralisiert werden. Wenn die Waschflüssigkeit bei ihrem Umlauf in den Sumpf gelangt, wird die Neutralisierung der

Flüssigkeit aufgrund der Erdung des Sumpfes herbeigeführt. Wenn die Wandflächen und/oder die Füllkörper leitfähig sind, wird ihre Neutralisierung durch Erden des Geräts unterstützt. Die Flüssigkeitströpfchen bilden natürlich Sammelflächen, die sich durch die Füllkörpermasse hindurchbewegen und bei ihrem Kontakt mit einem geladenen Teilchen dieses neutralisieren, wobei die Ladung auf das Tröpfchen übergeht. Die gesamte Wassertropfenmenge ist jedoch im Verhältnis zu der Masse der Fremdstoffteilchen groß, so daß die an die Tröpfchen abgegebene Ladung nur eine Größe hat, die den neutralen Charakter der Tröpfchen nicht nennenswert beeinflußt. Außerdem ist die Gesamtmasse der den Wäscher ständig durrieselnden neutralen Tröpfchen erheblich größer als die Gesamtmasse der jeweils in dem Wäscher vorhandenen geladenen Teilchen, so daß der neutrale Charakter der Flüssigkeit und der weiteren Flächenelemente des Wäschers durch den Übergang der Teilchenladungen nicht beeinträchtigt wird.

Die Abscheidung der großen Fremdstoffteilchen aus dem Gasstrom wird hauptsächlich durch den Aufprall dieser Teilchen auf die Flüssigkeitstropfen und die anderen Wandflächen des Wäschers erreicht. Diese Wirkung wird unterstützt durch die Anziehungskräfte zwischen den geladenen Teilchen und den neutralen Flächen. Es ist anzunehmen, daß die Abscheidung der feinen Teilchen, nämlich derjenigen im Mikron-Größenbereich und darunter hauptsächlich durch Anziehung dieser Teilchen an die neutralen Flächen zustande kommt. Eine sol-

che Anziehung ergibt sich, wenn die Teilchen in unmittelbare Nähe der neutralen Flächen kommen und dabei eine so geringe Geschwindigkeit haben, daß die Anziehungskraft zwischen den Teilchen und den Flächen die Teilchengeschwindigkeit und die von dem Gasstrom auf die Teilchen ausgeübte Mitnahmekraft überwindet, so daß die Teilchen aus dem Gasstrom herausgeholt werden und in Berührung mit der jeweiligen Fläche gelangen. Es ist weiter anzunehmen, daß die Anziehungskräfte den Trägheitsaufprall der feinsten Teilchen im Mikronbereich und darunter auf die neutralen Flächen herbeiführen, während ein Trägheitsaufprall derart kleiner Teilchen bisher nicht zu erreichen war. Weiterhin ist davon auszugehen, daß die sich gegenseitig abstoßenden geladenen Teilchen bei ihrer Bewegung im Gasstrom weniger die Tendenz haben, sich zu nähern, sondern vielmehr aufgrund der abstoßenden Kräfte näher an die neutralen Flächen herangebracht werden, so daß die zu ihrer Abscheidung führenden Anziehungskräfte wirksam werden können. Ein weiterer Effekt, der sich während der Gasreinigung in dem erfindungsgemäßen Gerät einstellt, dürfte darin bestehen, daß sich kleine geladene Teilchen und solche Teilchen, die aufgrund ihrer Berührung mit einer neutralen Fläche ebenfalls neutral geworden sind, gegenseitig anziehen und zusammenschließen, wodurch ebenfalls der Abscheidungseffekt verbessert wird. Die gegenseitige Abstoßung der Teilchen dürfte dazu führen, daß diese mehr zu den äußeren Grenzschichten der Gasströme getrieben werden, wodurch sie so dicht an die Wandflächen des

Wäschers und der Füllkörper herangelangen, daß die Anziehungskräfte die Teilchengeschwindigkeit und die auf die Teilchen ausgeübte Mitnahmekraft des Gases überwinden.

Die Anziehungskraft zwischen einem geladenen Teilchen und einer neutralen Fläche läßt sich aus einer Betrachtung der Schemadarstellung der Fig. 4 verstehen. Wenn ein Teilchen A mit einer elektrostatischen Ladung, z.B. einer negativen Polarität, in die Nähe einer elektrostatisch neutralen Fläche B gelangt, so induziert es eine elektrostatische Ladung entgegengesetzter Polarität in der Fläche B, wodurch sich eine Anziehungskraft zwischen dem negativ geladenen Teilchen A und der nun positiv geladenen Fläche B einstellt. Die Größe der Anziehungskraft ist abhängig von der Größe des geladenen Teilchens A und dem Abstand D zwischen den Teilchen und der Fläche B. Die Anziehungskraft zwischen den geladenen Teilchen und der die induzierte Ladung tragenden Fläche ist vergleichbar einer Anziehungskraft, die sich zwischen einem geladenen Teilchen A und einem geladenen Teilchen C von gleicher Ladung, jedoch entgegengesetzter Polarität einstellt, welches sich auf der anderen Seite der Fläche B im gleichen Abstand D befindet. Dieser Vergleich mit einer spiegelbildlich zur Fläche angeordneten Ladung wird als sogenannte "Bildpunktkraft" bezeichnet. So ist z.B. die Anziehungskraft zwischen dem Teilchen A und der Fläche B eine Bildpunktkraft, die der zwischen den Teilchen A und C wirkenden Kraft gleich ist. Es ist eine solche Bildpunkt-

kraft bzw. Anziehungskraft, die bei dem erfindungsgemäßen Verfahren und der Einrichtung gemäß der Erfindung zwischen einem geladenen Teilchen und einer neutralen Oberfläche aufgrund der Aufladung der Teilchen im Gasstrom und der elektrisch neutralen Einstellung der Oberflächen wirksam ist.

In den Fig. 5 und 6 ist schematisch die Art und Weise, in der die Anziehungskräfte im Sinne einer Abscheidung der Teilchen vermutlich wirken, wiedergegeben. In Fig. 5 ist ein einzelnes Füllkörperelement 26 dargestellt, welches gemäß dem bevorzugten Ausführungsbeispiel aus einem zu einem ringförmigen Wendelkörper geformten Drahtelement aus Kunststoffmaterial od.dgl. besteht. Füllkörper dieser Art sind aus der USA-Patentschrift 2 867 425 bekannt und unter dem Warenzeichen "TELLERETTE" im Handel erhältlich. Bei der Darstellung gemäß Fig. 5 ist angenommen, daß das Füllkörperelement eine solche Raumlage hat, daß seine Achse in Richtung der Vertikalachse des Wäschergehäuses verläuft.

Jedes Füllkörperelement 26 weist eine Mehrzahl an Oberflächen auf, die im Weg der die Füllkörpermasse von oben nach unten durchrieselnden Waschflüssigkeit sowie im Strömungsweg des bei dem Ausführungsbeispiel den Wäscher von links nach rechts, also in Querrichtung durchströmenden Gases liegen. Wenn der Gasstrom auf ein Füllkörperelement trifft, so umströmt er dieses entlang seiner gewundenen Flächen. Da der Gasstrom zuvor die Ionisierungsvorrichtung durchströmt hat,

sind die von dem Gasstrom mitgeführten Fremdstoffteilchen geladen. Diese geladenen Teilchen umströmen ebenfalls die gewundenen Flächen des Füllkörperelements, wobei sie entweder in Kontakt mit neutralen Flüssigkeitstropfen oder mit den neutralen Oberflächen des Füllkörperelements kommen und hierdurch aus dem Gasstrom herausgeholt werden. Dieser Kontakt wird durch die Anziehungskräfte zwischen den geladenen Teilchen und den neutralen Flächen begünstigt oder herbeigeführt.

In Fig. 5 sind mehrere geladene Teilchen  $P_1$  bis  $P_6$  dargestellt, die nach Durchgang durch die Ionisierungsvorrichtung mit dem Gasstrom in Pfeilrichtung 104 in den Wäscher eintreten. Da der Gasstrom das Füllkörperelement 26 mit geringer Geschwindigkeit umströmt und die Waschflüssigkeitstropfen etwa quer zum Gasstrom sich von oben nach unten bewegen, werden die Teilchen  $P_1$  bis  $P_6$  etwa wie folgt aus dem Gasstrom herausgeholt: Das Teilchen  $P_1$  hat beim Vorbeiströmen einen solchen Abstand von dem Füllkörperelement, daß es im Gasstrom verbleibt und über das Füllkörperelement hinweg mitgeführt wird, wo es in einem solch engen Abstand zu einem Flüssigkeitstropfen 106 gelangt, daß die Eigengeschwindigkeit des Teilchens und die Mitnahmekraft des Gasstromes von der Anziehungskraft zwischen dem Flüssigkeitstropfen und dem Teilchen überwunden wird. Das Teilchen  $P_1$  wird daher aus dem Gasstrom herausgeholt und gelangt mit dem Flüssigkeitstropfen 106 über die Füllkörpermasse in den Sumpf. Das Teilchen  $P_2$  hat ebenfalls einen solchen Abstand von dem

Füllkörpererelement, daß es in dem Gasstrom verbleibt. Es stößt beim Umströmen des Füllkörpererelements z.B. auf einen Flüssigkeitstropfen 108, wobei die Anziehungskraft zwischen dem Teilchen  $P_2$  und dem Flüssigkeitstropfen 108 den Aufstoß des Teilchens auf den Tropfen begünstigt. Das Teilchen  $P_3$  strömt mit dem Gas in so dichtem Abstand an der Fläche 110 des Füllkörpererelements vorbei, daß die Anziehungskraft die Eigengeschwindigkeit des Teilchens oder die Mitnahmekraft des Gasstromes überwindet und das Teilchen damit in Berührung mit der Kontaktfläche 110 gelangt. Das Teilchen  $P_4$  ist so im Gasstrom orientiert, daß es aufgrund der Trägheitsaufstoßkraft, die auch hier wieder durch die Anziehungskraft begünstigt wird, an der Fläche 110 abgeschieden wird. Das Teilchen  $P_5$  gelangt seitlich an der Fläche 112 des Füllkörpererelements vorbei, wobei es aufgrund der Anziehungskraft ebenfalls aus dem Gasstrom herausgeholt wird. Das Teilchen  $P_6$  wird bereits vor dem Füllkörpererelement aufgrund der Anziehungskraft von einem Waschflüssigkeitstropfen 114 aufgefangen.

Eine weitere Erläuterung der Zusammenhänge ergibt sich aus Fig. 6. Mit 116, 118 und 120 sind hier neutrale Oberflächen bezeichnet, die z.B. durch die Drähte eines Paares an Füllkörpererelementen gebildet werden. Ein Gasstrom mit den geladenen Teilchen  $P_7$ ,  $P_8$  und  $P_9$  strömt in Pfeilrichtung 122 an den genannten Flächen vorbei. Der zwischen den Flächen 116 und 118 hindurchströmende Gasstrom führt die Teilchen  $P_7$



2235531

und  $P_8$  mit, die aufgrund des verengten Gasstromweges einander genähert werden. Da die Teilchen jedoch dieselbe Ladung tragen und sich damit gegenseitig abstoßen, werden sie zu den Flächen 116 und 118 hingetrieben, wobei die zwischen den Teilchen und den Flächen wirkenden Anziehungskräfte die Abscheidung der Teilchen zusätzlich unterstützen. Das Teilchen  $P_9$  wird mit dem Gasstrom außen an der Fläche 120 vorbeigeführt. Ein Teilchen 110 befindet sich schon an der Füllkörperfläche 120; die gegenseitige Abstoßung der Teilchen  $P_9$  und  $P_{10}$ , sofern letzteres seine Ladung nicht verloren hat, stößt das Teilchen  $P_9$  nach außen, wobei es hier z.B. in die Nähe eines Flüssigkeitstropfens 124 gelangt, der es aufgrund der Anziehungskräfte auffängt. Ein Teilchen  $P_{11}$  bewegt sich in geringem Abstand an einem Flüssigkeitstropfen 126 vorbei und wird von diesem aus dem Gasstrom herausgeholt. Der Tropfen 126 führt bereits ein Teilchen  $P_{12}$  mit, welches aber neutral ist, da es seine Ladung an den Tropfen abgegeben hat. Das Teilchen  $P_{11}$  wird ebenfalls bei Kontakt mit dem Tropfen 126 neutralisiert. Wie vorstehend erwähnt, ist die Tropfenmasse im Verhältnis zu der Teilchenmasse so groß, daß die an die Tropfen abgegebene Teilchenladung den neutralen Charakter der Tropfen nicht nennenswert beeinträchtigt. Es besteht daher zwischen dem Tropfen 126 und dem Teilchen  $P_{11}$  eine Anziehungskraft, obwohl der Tropfen die Ladung des Teilchens  $P_{12}$  aufweist.

Es versteht sich, daß die vorstehende Erläuterung der Wir-

309807/1174

kungsmechanik der Teilchenabscheidung aus einem Gasstrom die Vorgänge nur schematisch darstellt und daß es für den Abscheidungs Vorgang auf die Größe der Ladung, den Abstand zwischen dem geladenen Teilchen und der neutralen Fläche und schließlich auch auf die Geschwindigkeit ankommt, mit der sich das geladene Teilchen an der Fläche vorbeibewegt. Natürlich kann ein vom Gasstrom mitgeführtes geladenes Teilchen an zahlreichen Flüssigkeitstropfen oder anderen Flächen vorbeigekommen, bis es schließlich in der vorstehend beschriebenen Weise aus dem Gasstrom herausgeholt wird. Es versteht sich, daß die Wahrscheinlichkeit, mit der ein Teilchen unter der Wirkung der Anziehungskraft aus dem Gasstrom herausgeholt wird, um so größer ist, je größer die Anzahl der im Gasweg zwischen Einlaß und Auslaß vorhandenen Auffangflächen ist. Das Gebläse oder eine sonstige Gasförder Vorrichtung wird so betrieben, daß der Gasstrom in der Kontaktzone eine solch geringe Geschwindigkeit hat, daß die Wahrscheinlichkeit der Entfernung der Teilchen unter der Wirkung der Anziehungskräfte noch erhöht wird. Bei einem Wäscher bzw. einem Rieselturm od.dgl. der vorstehend beschriebenen Art, bei der der Gasstrom die Kontaktzone quer durchströmt, wird vorzugsweise mit einem Waschflüssigkeitsdurchsatz von angenähert 4850 bis 58.250 kg/h  $\cdot$  m<sup>2</sup> Füllkörperfläche, gemessen quer zur Gasströmungsrichtung, sowie vorzugsweise mit einer Gasgeschwindigkeit von angenähert 0,3 bis 3,0 m/sec gearbeitet.

Die außerordentlich hohe Wirksamkeit der erfindungsgemäßen Gasreinigung läßt sich durch Versuche belegen. Bei den durchgeführten Versuchen wurde ein mit Fremdstoffteilchen beladenes Gas durch eine Flüssigkeitskontaktzone eines Wäschers der vorstehend beschriebenen Art hindurchgeführt, der aber bis auf die Füllkörper in der unbefeuchteten Entfeuchtungszone, mit der der Übergang des Nebels durch den Kontaktzonenauslaß verhindert wird, keine Füllkörper enthielt. Teilchen aus 50% Dioctylphthalat und 50% Kerosin wurden erzeugt und in den Gasstrom eingeführt. Die Teilchengröße lag unter 0,1 Mikron. Die Kernbelastung am Wäscherauslaß wurde mittels eines Andersen-Probennehmers der Kaskaden-Bauart gemessen. Die Gasdurchgangsmenge betrug  $56,6 \text{ m}^3/\text{min}$  und die Gasgeschwindigkeit durch die Kontaktzone  $2,1 \text{ m/sec}$ . Als Waschflüssigkeit wurde Wasser verwendet, welches die Kontaktzone in einer Menge von  $19.995 \text{ kg/h} \cdot \text{m}^2$  Kontaktzone - gemessen quer zur Strömungsrichtung des Wassers - durchfloß. Die Spannung der Ionisierungsvorrichtung betrug 21 kV und die Stromstärke 15 mA. Die Gesamt-Kernbelastung bei abgeschalteter Ionisierungsvorrichtung wurde mit etwa 0,3 Kerne je  $\text{m}^3$  gemessen, während sie bei eingeschalteter Ionisierungsvorrichtung etwa 0,148 je  $\text{m}^3$  betrug. Bei Verwendung der Ionisierungsvorrichtung wurde also der Partikel-Abscheidungseffekt bei der Naßwäsche um etwa 51% erhöht. In der nachfolgenden Tabelle sind die Ergebnisse dieses Versuchs für die verschiedenen Teilchengrößen angegeben:

Testergebnisse in verschiedenen Partikel-Größenbereichen

Größenbereich der Partikel (in Mikron)	Kernbeladung am Einlaß (Kerne/m <sup>3</sup> )	Kernbeladung am Auslaß (Kerne/m <sup>3</sup> )	Abscheidungs- wirkungsgrad (in %)
0 - 0,1	0,162	0,081	50
0,1 - 0,3	0,081	0,038	52
0,3 - 1,0	0,017	0,014	20
1,0 - 2,0	0,021	0,007	67
2,0 - 3,3	<u>0,017</u>	<u>0,007</u>	<u>60</u>
Insgesamt	0,298	0,147	51

Es wurden weitere Versuche unter Verwendung der vorstehend beschriebenen Einrichtung gemäß dem bevorzugten Ausführungsbeispiel durchgeführt. Diese Versuche wurden mit einem Horizontalstrom-Wäscher mit einer Normal-Gasdurchsatzmenge von 56,6 m<sup>3</sup>/min vorgenommen. Die Vorrichtung zur Erzeugung der Fremdstoffteilchen wurde so ausgebildet, daß einerseits Kerosinteilchen und andererseits aus einer Mischung von Kerosin und Dioctylphthalat bestehende Teilchen in verschiedenen Größenbereichen einschließlich einer Teilchengröße unter 0,1 Mikron hergestellt werden könnten. Proben des den Auslaß des Wäschers verlassenden gereinigten Gases wurden mit einem Probennehmer der vorgenannten Art zusammen mit einem Gellman-Filter der Type "A" mit Glasfilterpapier (98,7% wirksam oberhalb 0,025 Mikron) genommen. Bei der Durchführung der Versuche wurden gleichbleibende Bedingun-

2235531

gen aufrechterhalten und es wurden hierbei Proben sowohl bei eingeschalteter als auch bei abgeschalteter Ionisierungsvorrichtung genommen. Aus den Versuchen ergab sich, daß der Anteil der Fremdstoffteilchen-Emission am Auslaß des Wäschers durch Einschalten der Ionisierungsvorrichtung um 70 bis 85% gegenüber abgeschalteter Ionisierungsvorrichtung gesteigert werden kann. Die Wirksamkeit der Teilchenabscheidung ist augenscheinlich unabhängig von der Partikelgröße. Die Ergebnisse zeigen verhältnismäßig gleiche Wirksamkeit in den Bereichen unter 0,1 Mikron, von 0,3 - 1,0 Mikron, von 1,0 - 2,0 Mikron und 2 - 3,3 Mikron. Wie vorstehend erwähnt, entfernt der Wäscher normalerweise etwa 100% der Fremdstoffteilchen oberhalb der letztgenannten Größe. Bei den Versuchen wurden folgende Werte erhalten:

	<u>Test A</u>	<u>Test B</u>
Partikelstoffe	Kerosin	50% Kerosin 50% Dioctylphthalat
Gesamt-Luftstrom	56,6 m <sup>3</sup> /min	56,6 m <sup>3</sup> /min
Luftbeaufschlagung (Durchgangsmenge je m <sup>2</sup> . h)	9060 kg/m <sup>2</sup> . h	9060 kg/m <sup>2</sup> . h
Füllkörper-Packung	1 Zoll Normalgröße "TELLERETTES"	1 Zoll Normalgröße "TELLERETTES"
Tiefe der Packung in Richtung des Luftstromes	60,9 cm	60,9 cm
Luftgeschwindigkeit durch Ionisiervorrichtung und Wäscher	213,3 cm/sec	213,3 cm/sec

309807/1174

2235531

	<u>Test A</u>	<u>Test B</u>
Wasserbeaufschlagung des Wäschers	19.595 kg/m <sup>2</sup> · h	19.595 kg/m <sup>2</sup> · h
Partikel-Beladung der Luft am Wäscherauslaß (ohne elektrostatische Aufladung)	1,24 Kerne/m <sup>3</sup>	12,0 Kerne/m <sup>3</sup>
Partikel-Beladung der Luft am Wäscherauslaß (mit elektrostatischer Partikel-Aufladung)	0,197 Kerne/m <sup>3</sup>	0,17 Kerne/m <sup>3</sup>
% Verminderung der Emis- sion bei elektr. Parti- kel-Aufladung	84%	85%
% Verminderung der Emis- sion bei elektr. Parti- kel-Aufladung in den ver- schiedenen Partikel- Größenbereichen:		
2,0 - 3,3 Mikron	80%	(Partikel in diesen Größen nicht erzeugt)
1,0 - 2,0 Mikron	92%	
0,3 - 1,0 Mikron	74%	
0,1 - 0,3 Mikron	77%	
unter 0,1	(nicht gemes- sen)	

Es wurden zusätzliche Versuche hinsichtlich der Wirksamkeit der Gasreinigung an Gasen einer Aluminium-Reduktionseinrichtung mit sogenannten "Soderberg"-Tiegeln durchgeführt. Die Fremdstoffteilchen in den Abgasen dieser Einrichtung bestanden aus Aluminiumoxid, Kryolith, Kohlenstoff und Kohlenwasserstoffen in der Form von Teer. Die Gase wurden vorgereinigt, indem sie durch Sprühtürme hindurchgeführt wurden, um die großen Fremdstoffteilchen zu entfernen. Anschließend wurden

309807/1174

die Gase durch einen mit einer Füllkörpermasse versehenen Naßreiniger der hier beschriebenen Art hindurchgeführt. Das Gas strömte durch ein Bett von Füllkörpern "TELLERETTES" mit einer Nenngröße von 25,4 mm, wobei die Tiefe des Füllkörperbetts in Richtung der Gasströmung 60,9 cm betrug. Die Gasgeschwindigkeit durch die Ionisierungsvorrichtung und den Wäscher betrug 121,8 cm/sec; die Gesamt-Gasmenge 31,15 m<sup>3</sup>/min. Die Gas-Durchsatzmenge belief sich auf 5144 kg/h · m<sup>2</sup>. Als Waschflüssigkeit wurde Wasser in einer Durchsatzmenge von 19.595 kg/m<sup>2</sup> · h verwendet. Die Ionisierungsanlage hatte einen Draht-Stababstand von 50,8 mm; die Ionisierungsspannung betrug 34 kV, die Stromstärke 6,2 mA. Proben wurden mit Hilfe des vorstehend erwähnten Probennehmers entnommen. Durch Messung wurde festgestellt, daß der Gasstrom Fremdstoffteilchen unter 5,5 Mikron in einem Anteil von 89% enthielt. Im Größenbereich unter 5,5 Mikron betrug die Einlaß-Kernbeladung etwa 0,94 Kerne je m<sup>3</sup> und die Auslaß-Kernbeladung etwa 0,14 Kerne je m<sup>3</sup>. Der Wirkungsgrad der Teilchenabscheidung im Bereich unter 5,5 Mikron war demnach etwa 85%. In der nachstehenden Tabelle sind die Ergebnisse für die verschiedenen gemessenen Teilchengrößen angegeben:

Testergebnisse in verschiedenen Partikel-Größenbereichen

Größenbereich der Partikel. (in Mikron)	Kernbeladung am Einlaß (Kerne/m <sup>3</sup> )	Kernbeladung am Auslaß (Kerne/m <sup>3</sup> )	Abscheidungs- wirkungsgrad (in %)
0 - 0,1	0,180	0,060	67
0,1 - 0,3	0,222	0,038	83
0,3 - 1,0	0,190	0,024	87
1,0 - 2,0	0,236	0,017	92
2,0 - 3,3	0,077	0,000	100
3,3 - 5,5	<u>0,035</u>	<u>0,000</u>	<u>100</u>
Insgesamt	0,940	0,139	85%

Die Ergebnisse des vorstehenden Versuchs werden im Vergleich mit den Ergebnissen eines Grundversuchs mit abgeschalteter Ionisierungsvorrichtung besonders deutlich. Bei dem Grundversuch betrug die Gesamt-Gasdurchflußmenge 58,8 m<sup>3</sup>/min bei einer Gasgeschwindigkeit von 2,04 m/sec. Das Füllkörperbett bestand aus 25,4 mm "TELLERETTES" mit einer Bettiefe von 122 cm in Gasströmungsrichtung. Als Waschflüssigkeit wurde Wasser in einer Durchsatzmenge von 19.595 kg/m<sup>2</sup> · h verwendet. Die Proben wurden mittels des vorstehend genannten Andersen-Probennehmers genommen. Die Gesamt-Einlaß-Kernbeladung wurde mit 0,38 Kerne je m<sup>3</sup> und die Gesamt-Auslaß-Kernbeladung mit 0,03 Kerne je m<sup>3</sup> ermittelt. Der Gesamtwirkungsgrad betrug etwa 10,2%.

Der Wäscher bzw. Naßreiniger, der bei dem erfindungsgemäßen Verfahren und der Einrichtung gemäß der Erfindung verwendet



wird, weist vorzugsweise eine Kontaktzone auf, die mit einer Füllkörpermasse mit unregelmäßiger Füllkörperverteilung gefüllt ist. Die Erfindung ist aber in gleicher Weise anwendbar bei mit geringem Energiebedarf arbeitenden Reinigungsvorrichtungen, bei denen die Kontaktzone anstelle der Füllkörper andere statische Oberflächenelemente aufweist. Beispielsweise kann der Naßreiniger nur solche Oberflächen haben, die von der Kontaktzone umgebenden Wandflächen und/oder von Spritzplatten, Leitplatten, Tropf- und Rieselplatten u.dgl. gebildet werden. Bei einem mit einem Füllkörperbett versehenen Reiniger kann die poröse Masse auch aus anderen Füllkörperelementen einschließlich einer zusammenhängenden Füllkörpermasse aus einem Draht- oder Fadengemenge od.dgl. bestehen. Als Füllkörper lassen sich unterschiedliche Elemente, wie Kugeln, gestapelte Packungsstücke, gewellte Packungselemente der Baukastenweise u.dgl., Sattелеlemente, Ringelemente u.dgl., verwenden. Obwohl es sich empfiehlt, die Sammelflächen z.B. durch Erden absolut neutral zu halten, um eine Partikel-Anlagerung durch die Anziehungskräfte zu bewirken, können die Flächen auch eine vernachlässigbar kleine Ladung oder aber eine Ladung mit gegenüber der Partikelladung entgegengesetzter Polarität aufweisen. Der Gasstrom und der Flüssigkeitsstrom durch den Naßreiniger können gleichgerichtet sein oder, wie vorstehend beschrieben, schräg zueinander eingestellt werden. Auch kann im Gegenstrom gearbeitet werden. Weiterhin be-

2235531

steht die Möglichkeit, die vorstehend beschriebene Einrichtung mit zwei oder mehr hintereinandergeschalteten Stufen zu versehen, um einen noch höheren Abscheidungswirkungsgrad zu erzielen. Bei Verwendung von Füllkörperpackungen wird das Packungsvolumen der Größe der Kontaktzone angepaßt; die Packungstiefe in Richtung des Gasstromes läßt sich verändern, um die Tiefe auf den jeweils bestmöglichen Wert einstellen zu können.

Eine Erhöhung des Packungsvolumens und der Packungstiefe ist selbstverständlich mit einer Erhöhung der zur Verfügung stehenden Flächen innerhalb der Kontaktzone und damit mit einer Erhöhung des Abscheidungseffektes verbunden. Bei Verwendung von gewundenen Ringkörperelementen der vorstehend beschriebenen Art (Fig. 5) ist die Anzahl der vorhandenen Flächen praktisch unbestimmbar, da etwa 1000 25,4 mm Füllkörperelemente in unregelmäßiger Verteilung benötigt werden, um einen Kontaktzonenraum von  $28,3 \text{ dm}^3$  zu füllen.

309807/1174

A n s p r ü c h e

1. Einrichtung zum Entfernen von Fremdstoffteilchen u.dgl. aus einem Gasstrom mit einer von dem Gasstrom durchströmten Flüssigkeits-Gas-Kontaktzone, in der der mit den Teilchen beladene Gasstrom in innigen Kontakt mit einer die Kontaktzone mit großer Oberfläche durchströmenden Flüssigkeit gelangt, dadurch gekennzeichnet, daß in Strömungsrichtung des Gases vor der Kontaktzone eine Vorrichtung (12) zur elektrischen Aufladung der von dem Gasstrom mitgeführten Teilchen angeordnet ist, und daß zur Erzielung einer zwischen der Flüssigkeitsoberfläche und den Teilchen wirkenden Anziehungskraft eine Vorrichtung (103) vorgesehen ist, mit der die Flüssigkeit elektrisch neutral gehalten wird.
2. Einrichtung nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch eine Vorrichtung zur Einstellung der Gas-Durchgangsgeschwindigkeit durch die Kontaktzone.
3. Einrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Gas-Durchgangsgeschwindigkeit in der Kontaktzone angenähert 0,6 bis 10,7 m/sec, vorzugsweise etwa 0,3 bis 3,0 m/sec, beträgt.
4. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß in der Kontaktzone in Kontakt mit dem Gas und der Flüssigkeitsfläche stehende statische Flächenelemente (26) angeordnet sind.

5. Einrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Flächenelemente aus einer gasdurchlässigen Masse, vorzugsweise aus einer Füllkörpermasse (26), bestehen.
6. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Flüssigkeit die durchlässige Masse in einer Menge von 4880 bis 488.000 kg/h  $\cdot$  m<sup>2</sup>, vorzugsweise etwa 4880 bis 58.600 kg/h  $\cdot$  m<sup>2</sup>, gemessen quer zur Strömungsrichtung der Flüssigkeit, durchströmt.
7. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Flüssigkeits- und Gaseinlaß so angeordnet sind, daß die Flüssigkeit die Kontaktzone bzw. die durchlässige Masse entgegengesetzt oder quer zum Gasstrom durchfließt.
8. Einrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Flüssigkeit die Kontaktzone von oben nach unten durchfließt, während das Gas die Kontaktzone quer zur Flüssigkeitsrichtung mit einer Geschwindigkeit von vorzugsweise etwa 60 mm bis 10,7 m/sec durchströmt.
9. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung (12) zur elektrischen Aufladung der von dem Gasstrom mitgeführten Teilchen am Gaseingang der Kontaktzone angeordnet ist.
10. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch ge-

kennzeichnet, daß das die Kontaktzone bildende Gerät (10) und die Vorrichtung (12) zur elektrischen Aufladung der von dem Gasstrom mitgeführten Teilchen zu einer Baueinheit verbunden sind.

11. Einrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Füllkörperelemente (26) aus einem dielektrischen Material bestehen.
12. Verfahren zum Entfernen von Fremdstoffteilchen aus einem Gasstrom, indem der Gasstrom in einer Flüssigkeits-Gas-Kontaktzone gewaschen wird, dadurch gekennzeichnet, daß die im Gasstrom mitgeführten Teilchen elektrisch aufgeladen werden und der Gasstrom mittels einer elektrisch neutral gehaltenen Waschflüssigkeit gewaschen wird, wobei die Strömungsgeschwindigkeit des Gases in der Kontaktzone so niedrig eingestellt wird, daß die elektrisch aufgeladenen Teilchen aufgrund der Anziehungskraft von der in feiner Verteilung befindlichen Flüssigkeit entgegen der Mitnahmekraft des Gasstromes angezogen werden.
13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Gasstrom und die Flüssigkeit in verschiedenen Richtungen durch die Kontaktzone hindurchgeführt werden.
14. Verfahren nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Gasgeschwindigkeit in der Kontaktzone auf etwa 60 mm bis 11 m/sec eingestellt wird.

2235531

15. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Flüssigkeit die Kontaktzone unter Schwerkraftwirkung von oben nach unten durchfließt, während das Gas unter einem Winkel zur Vertikalen die Kontaktzone durchströmt.
16. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß als Kontaktzone Elemente mit großer Oberfläche, wie insbesondere eine Füllkörpermasse, verwendet werden.
17. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Flüssigkeit die Kontaktzone in einer Menge von 4880 bis 488.000 kg/h  $\cdot$  m<sup>2</sup>, vorzugsweise etwa 4880 bis 58.600 kg/h  $\cdot$  m<sup>2</sup>, gemessen quer zur Strömungsrichtung der Flüssigkeit, durchströmt.

309807/1174

BAD ORIGINAL

46  
Leerseite

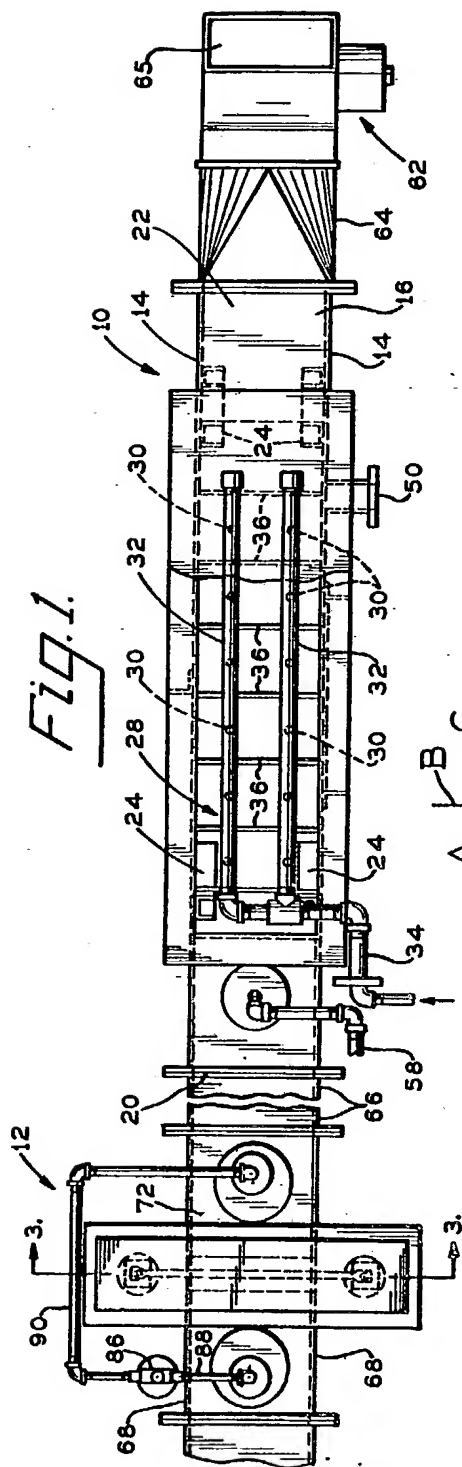


Fig. 1.

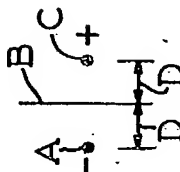


Fig. 4.

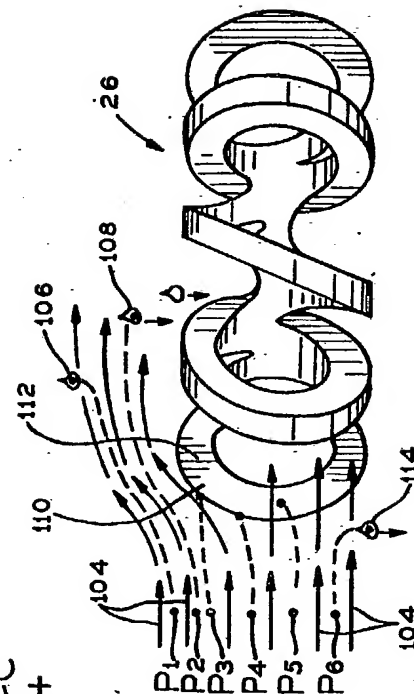


Fig. 5.

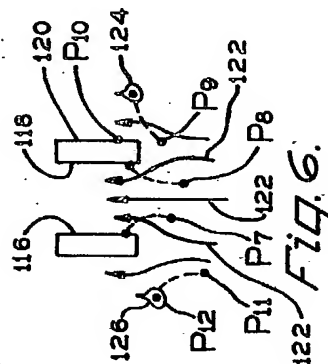


Fig. 6.

12 e

5

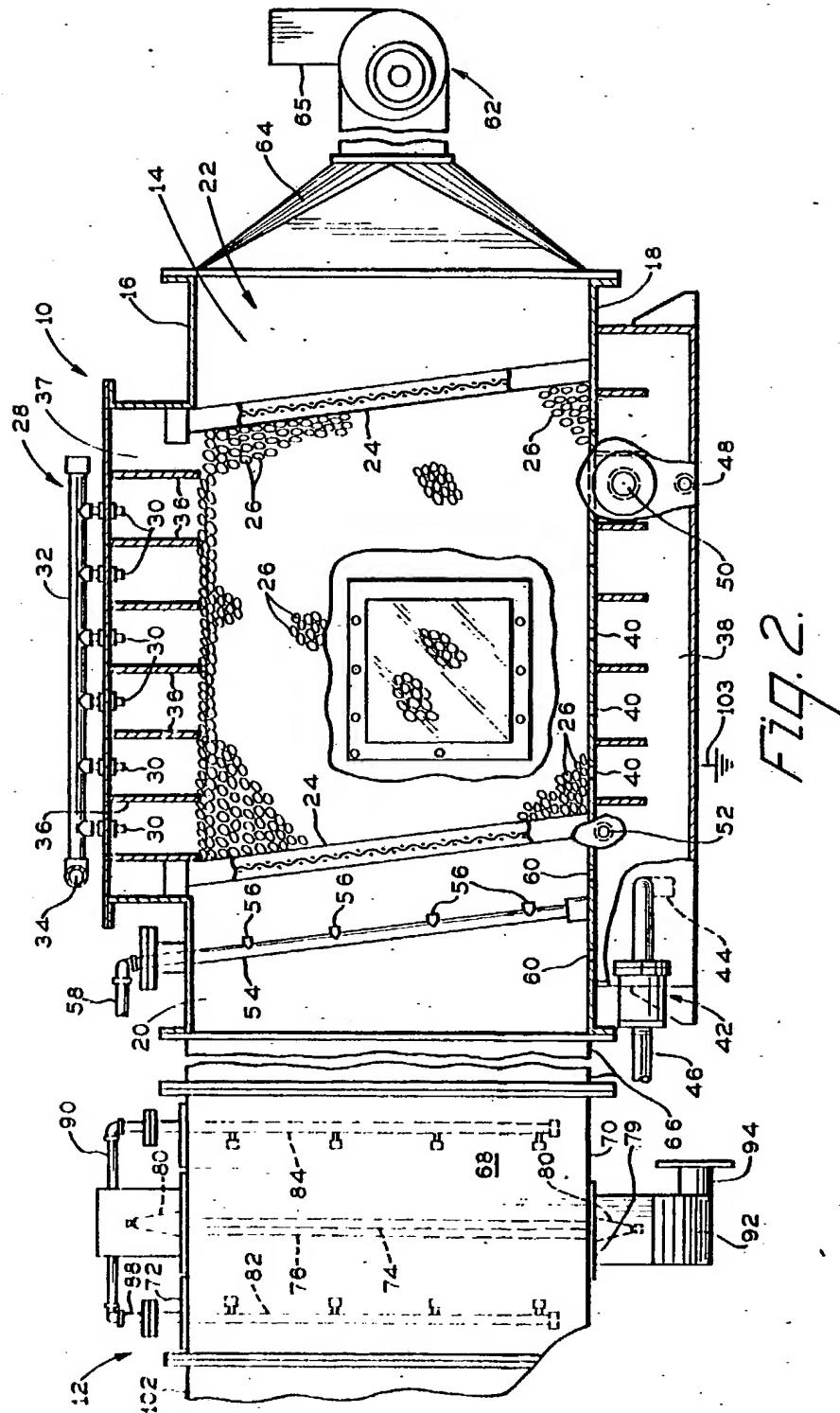
AT: 20.07.72

OT: 15.02.73

309807/1174

ORIGINAL INSPECTED





*Fig. 3.*